

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

© EPODOC / EPO

PN - DE4323510 A 19950119
PD - 1995-01-19
PR - DE19934323510 19930714
OPD - 1993-07-14
TI - Diagonal strut
AB - The invention presents a diagonal strut (2) of low heat conductivity for temporarily high mechanical loading, in particular for suspending a low-temperature tank in an outer container, having one or more fibre-composite tie members (12, 14) which are arranged between the strut ends, transmitting power in the longitudinal direction of the strut, and, according to the invention, have a heat resistance which increases automatically in phases of low strut loading, in that the fibre-composite tie members (12 and 14) acting respectively in the load direction of the strut exhibit, overall, a low load-transmission cross-section corresponding to a fraction of the maximum strut load, and provision is made, between the strut ends, for stops (26, 28) which operate parallel to the fibre-composite tie members, above the partial strut load.

<IMAGE>

IN - BONGERS BERND (DE); HAIDER OTTMAR (DE)
PA - EUROCOPTER DEUTSCHLAND (DE)
ICO - L64G1/64A
EC - B64G1/50 ; B64G1/64 ; F16L59/12J ; F17C13/08K
IC - F16S3/00 ; F16L59/00 ; B65D90/12 ; B64G1/50 ; F17C13/08
CT - DE3632490 A1 []; DE2903787 A1 []; DE2148963 A [];
GB2025029 A []; US4481778 A []

® WPI / DERWENT

TI - Tie and or pressure strut with low thermal conductivity - has one or more composite fibre tie bands between strut ends
PR - DE19934323510 19930714
PN - DE4323510 A1 19950119 DW199508 F16S3/00 006pp
- DE4323510 C2 19950511 DW199523 F16S3/00 006pp
PA - (EURO-N) EUROCOPTER DEUT GMBH
IC - B64G1/50 ; B65D90/12 ; F16L59/00 ; F16S3/00 ; F17C13/08
IN - BONGERS B; HAIDER O

AB - DE4323510 The fibre composite tie bands (12,14) which are active in the struts (2) load direction possess a slow load-transmission cross-section corresp. to a fraction of the max. strut load.
Stop-pieces are (26,28) between the strut ends, parallel to the fibre

composite tie bands above the struts part load.

- The fibres of the composite tie bands are unidirectional. The tie bands consist of double loop elements fixed at the ends to strut end pieces (8,10) by deflector bolts (16,18).
- USE/ADVANTAGE - The tie and/or pressure strut, esp. for suspending a low temp. tank in an outer container, is for reducing the heat conducted over a long period, while the struts possess high loading strength.
- (Dwg.1/3)

OPD - 1993-07-14

AN - 1995-052921 [23]



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 43 23 510 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
F 16 S 3/00
F 16 L 59/00
B 65 D 90/12
B 64 G 1/50
F 17 C 13/08

②1 Aktenzeichen: P 43 23 510.7
②2 Anmeldetag: 14. 7. 93
④3 Offenlegungstag: 19. 1. 95

DE 4323510 A1

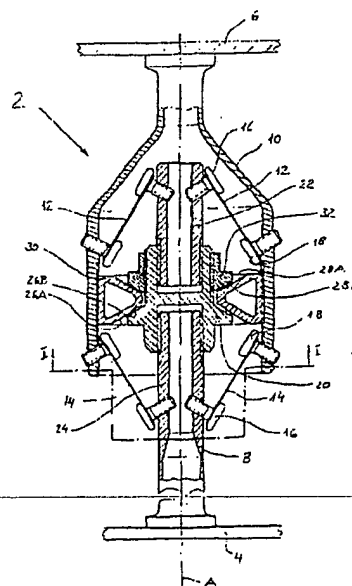
⑦1 Anmelder:
Eurocopter Deutschland GmbH, 80993 München, DE

⑦2 Erfinder:
Bongers, Bernd, 85551 Kirchheim, DE; Haider,
Ottmar, 82008 Unterhaching, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Zug- und/oder Druckstrebe

⑤7 Vorgestellt wird eine Zug- und Druckstrebe (2) geringer Wärmeleitfähigkeit für vorübergehend hohe mechanische Belastungen, insbesondere zur Aufhängung eines Tieftemperaturtanks in einem Außenbehälter, mit einem oder mehreren, in Lastrichtung der Strebe kraftübertragend zwischen den Strebenenden angeordneten Faserverbund-Zugbändern (12, 14), die erfindungsgemäß einen sich selbsttätig in Phasen geringer Strebenlasten erhöhenden Wärmeleitwiderstand dadurch besitzt, daß die jeweils in Lastrichtung der Strebe wirkenden Faserverbund-Zugbänder (12 bzw. 14) insgesamt einen einem Bruchteil der maximalen Strebenlast entsprechend niedrigen Lastübertragungsquerschnitt aufweisen und zwischen den Strebenenden parallel zu den Faserverbund-Zugbändern oberhalb der Streben-Teillast wirksame Anschläge (26, 28) vorgesehen sind.



DE 4323510 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Zug- und/oder Druckstrebe geringer Wärmeleitfähigkeit für vorübergehend hohe mechanische Belastungen, insbesondere zur Aufhängung eines Tieftemperaturtanks in einem Außenbehälter, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei der aus der DE-OS 29 03 787 bekannten Zugstrebe dieser Art zur Verankerung eines Tieftemperaturtanks für kryogene Flüssigkeiten an Bord eines Raumfahrzeuges sind die kraftübertragend zwischen den Strebenendstücken angeordneten Zugbänder mit einer möglichst großen Baulänge aus langfaserverstärktem Verbundwerkstoff hergestellt, um die hohe Festigkeit und geringe Wärmeleitfähigkeit dieses Werkstoffs für eine sichere, thermisch verlustarme Tankaufhängung zu nutzen. Dabei liegen die auftretenden Strebenlasten vor dem Start des Raumfahrzeuges relativ niedrig, nämlich im wesentlichen in Höhe der einfachen Erdbeschleunigung mal der Eigenmasse des Tanks und seiner Füllung, und gehen im Orbit theoretisch sogar auf Null zurück, während in der Startphase unter Berücksichtigung der dann wirksamen hohen Beschleunigungen von 15 g oder mehr kurzzeitig sehr hohe Strebenlasten erreicht werden. Dementsprechend groß sind die hierfür erforderlichen Lastübertragungsquerschnitte der Faserverbund-Bänder und damit auch ihr Wärmeleitquerschnitt, mit der Folge, daß im Laufe der von mehreren Wochen bis zu Jahren dauernden Einsatzzeit des Raumfahrzeuges ein erheblicher Anteil des gesamten kryogenen Flüssigkeitsvorrats über die als Wärmebrücke wirkende Zugstrebe ungenutzt verloren geht.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Zug- und/oder Druckstrebe der eingangs genannten Art so auszubilden, daß die in einem längeren Zeitraum über die Strebe geleitete Wärmemenge auf baulich einfache Weise und unter Beibehalt einer hohen Streben-Lastfestigkeit deutlich reduziert wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Patentanspruch 1 gekennzeichnete Zug- und/oder Druckstrebe gelöst.

Erfindungsgemäß wird aufgrund der besonderen Strebengestaltung mit mehreren, seriell wirkenden, einerseits durch die Faserverbund-Zugbänder und andererseits durch die Anschläge gebildeten Lastpfaden der Wärmeleitwiderstand der Strebe in der Weise an die momentanen Strebenlasten angepaßt, daß in den Phasen niedriger Strebenbelastung als Folge des vergleichsweise geringen Gesamtquerschnitts des dann ausschließlich wirksamen Zugband-Lastpfades ein hoher Wärmeleitwiderstand erzielt wird und nur im oberen Strebenlastbereich durch Zuschaltung des durch die Anschläge gebildeten Lastpfades ein entsprechend erhöhter Lastübertragungs- und damit Wärmeleitquerschnitt zur Wirkung kommt, wodurch der durchschnittlich über die Strebe im Laufe der Einsatzzeit geleitete Wärmestrom deutlich verringert wird, mit dem zusätzlichen Effekt, daß das lastabhängige Zu- und Abschalten des durch die Anschläge gebildeten Lastpfades auf baulich sehr einfache Weise selbsttätig nach Maßgabe der Längendehnung der Faserverbund-Zugbänder bei Erreichen einer vorgegebenen Streben-Teillast erfolgt.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besteht der Zugband-Lastpfad gemäß Anspruch 2 aus Gründen einer Stabilisierung der Strebe gegen nicht exakt in Strebenlängsrichtung wirksame Belastungen vorzugsweise aus mehreren, schräg zur Strebenlängs-

richtung räumlich versetzt zueinander verlaufenden Faserverbund-Zugbändern.

Im Hinblick auf einen last- und werkstoffgerechten Faserlagenaufbau besitzen die Faserverbund-Zugbänder gemäß Anspruch 3 vorzugsweise einen in Bandlängsrichtung unidirektionalen Faserverlauf und sind gemäß Anspruch 4 als Doppel-Schlaufenelemente ausgebildet, die auf baulich einfache Weise endseitig über Umlenkbolzen an den Streben-Endstücken befestigt sind. Als Fasermaterial für die Faserverbund-Zugbänder werden je nach dem am kälteren Zugbandende vorhandenen Temperaturniveau gemäß Anspruch 5 entweder Carbon- oder Glasfaser-Verbundwerkstoffe gewählt.

In besonders bevorzugter Ausgestaltung sind die Faserverbund-Zugbänder gemäß Anspruch 6 jeweils in Zugrichtung vorgespannt, wobei die Vorspannung gemäß Anspruch 7 vorzugsweise einstellbar ist, um zu vermeiden, daß sich die Zugbänder bei Strebenbelastungen, die entgegengesetzt zu ihrer Lastübertragungsrichtung wirken, lockern und unkontrollierte Schlackerbewegungen durchführen.

Gemäß Anspruch 8 bestehen die zwischen den Strebenenden angeordneten Anschläge zweckmäßigerweise aus bezüglich der Strebenlängsrichtung ringkegelförmigen, paarweise einander zugekehrten Anschlagflächen; durch die Ringkegelform der Anschlagflächen wird die Stabilisierung der Strebe gegen azentrische Kräfteinwirkungen im oberen Strebenlastbereich verbessert.

Nach Anspruch 9 ist die im unbelasteten Zustand der Strebe zwischen den Anschlägen wirksame Spaltbreite vorzugsweise veränderlich einstellbar, um die Streben-Teillast, bei der der zweite, durch die Anschläge gebildete Lastpfad anspricht, auf baulich einfache Weise auf einen erwünschten Wert festlegen zu können.

Zweckmäßigerweise ist die Strebe nach Anspruch 10 dadurch sowohl zug- als auch druckkraftübertragend ausgebildet, daß wechselweise je nach Strebenlastrichtung wirksame Faserverbund-Zugbänder mit jeweils einer Streben-Teillast entsprechend niedrigem Gesamtquerschnitt vorgesehen sind. Um die Streben-Teillast in Druck- und in Zugrichtung auf unterschiedliche Werte einstellen zu können, sind vorzugsweise gemäß Anspruch 11 die in entgegengesetzten Lastrichtungen der Strebe wirkenden Anschläge mit unabhängig voneinander veränderlichen Spaltweiten versehen.

Schließlich empfiehlt es sich gemäß Anspruch 12 für den bevorzugten Anwendungsfall einer Tieftemperaturtank-Aufhängung an Bord eines Raumfahrzeuges mit beschleunigungsabhängigen Strebenbelastungen von kurzzeitig etwa 15 g, den Lastübertragungsquerschnitt der Faserverbund-Zugbänder entsprechend einer Streben-Teillast von etwa 1 g zu bemessen, wodurch eine besonders wirksame Reduzierung der über die Strebe geleiteten Wärmemenge während der bis zu Jahre reichenden Lebensdauer des Raumfahrzeuges erzielt wird.

Die Erfindung wird nunmehr anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen in stark schematisierter Darstellung:

Fig. 1 eine Zug- und Druckstrebe im Längsschnitt;
Fig. 2 einen Schnitt längs der Linie II-II der Fig. 1;
und
Fig. 3 die Ansicht eines der jeweils als Doppelschlaufen ausgebildeten Faserverbund-Zugbänder.

In den Fig. ist eine von mehreren baugleichen Zug-

und Druckstreben 2 gezeigt, über die ein in Fig. 1 ausschnittsweise angedeuteter Tieftemperaturtank 4 für eine kryogene Flüssigkeit, z. B. Helium, in allen sechs Freiheitsgraden lagestabil und mit hohem Wärmeleitwiderstand an der in Fig. 1 ebenfalls ausschnittsweise angedeuteten Tragstruktur 6 eines Raumfahrzeuges aufgehängt ist.

Jede Strebe 2 enthält zwei rohrförmige, koaxial zueinander mit radialem Zwischenraum ineinandergreifende, einerseits am Tieftemperaturtank 4 und andererseits an der Tragstruktur 6 befestigte Endstücke 8, 10 aus Faserverbundwerkstoff, die jeweils in Druckrichtung der Strebe 2 durch mehrere, etwa vier, in Umfangsrichtung gleichförmig versetzte Faserverbund-Zugbänder 12 und in Zugrichtung der Strebe 2 ebenfalls durch mehrere, etwa vier, gleichförmig in Umfangsrichtung versetzte Faserverbund-Zugbänder 14 lastübertragend miteinander verkoppelt sind. Zur Querkraftstabilisierung der Strebe 2 sind die Zugbänder 12 und 14 unter einem Winkel von 30° schräg zur Streben-Längsachse A-A geneigt und im Hinblick auf einen hohen Wärmeleitwiderstand ist die Länge der Zugbänder 12 und 14 so groß wie aus Platzgründen möglich bemessen.

Wie Fig. 3 im einzelnen zeigt, ist jedes Zugband 12, 14 als schlaufenförmiges Faserverbundelement mit der Querschnittsfläche F ausgebildet und über Umlenkrollen 16, 18 am Endstück 8 bzw. 10 verankert. Das Fasermaterial für die Zugbänder 12, 14 besteht — je nach dem Temperaturniveau des Tieftemperaturtanks 4 — aus Carbon- oder Glasfaser-Verbundwerkstoff und besitzt eine in Schlaufenrichtung unidirektionale Faserorientierung, wie dies in Fig. 3 durch die Doppelpfeile angedeutet ist. Um zu verhindern, daß die unter der Wirkung einer äußeren Strebenlast jeweils zugkraftentlasteten Faserverbundbänder 12, 14 unkontrollierte Schlackerbewegungen ausführen, sind die Faserverbundbänder 12 und 14 dadurch einstellbar vorgespannt, daß das innere Endstück 8 aus zwei, über ein Mittelstück 20 gegensinnig miteinander verschraubten Rohrstücken 22, 24 besteht. Die Vorspannung wird so groß gewählt, daß auch die durch eine Zug- oder eine Druckaufschlagung der Strebe 2 entlasteten Zugbänder 12 bzw. 14 gerade noch gespannt bleiben.

Die Lastaufnahme der Faserverbundbänder 12 in Druck- und der Faserverbundbänder 14 in Zugrichtung der Strebe 2 wird jeweils durch Anschläge 26, 28 auf eine vorgegebene Streben-Teillast begrenzt, welche bei einer der Streben-Teillast entsprechenden Längendehnung der Bänder 12, 14 wirksam werden und jeweils aus einander zugekehrten, ringkegelförmigen Anschlagflächenpaaren 26A, B bzw. 28A, B bestehen, von denen die Anschlagflächen 26A und 28A an einem mit dem Endstück 10 verschraubten Anschlagring 30, die Anschlagfläche 26B am Mittelstück 20 und die Anschlagfläche 28B an einer mit diesem verschraubten Anschlaghülse 32 ausgebildet ist. Die Teile 20, 30 und 32 sind zumindest im Bereich der Anschlagflächen 26 und 28 hartmetallplattiert und können im übrigen aus Faserverbundwerkstoff hergestellt sein. Die Spaltweiten zwischen den Anschlagflächen 26 bzw. 28 im entlasteten Zustand der Strebe 2 lassen sich durch Änderung der Axialposition des Anschlagringes 30 und der Anschlaghülse 32 unabhängig voneinander auf einen erwünschten Wert einstellen.

Strebenlasten bis hin zur vorgegebenen Streben-Teillast werden ausschließlich über den ersten, durch die Faserverbund-Zugbänder 12 bzw. 14 gebildeten Lastpfad übertragen. Dementsprechend niedrig ist der ge-

samte Lastübertragungs- und damit auch Wärmeleitquerschnitt sämtlicher, jeweils in einer Lastrichtung der Strebe 2 wirksamen Zugbänder 12 bzw. 14 bemessen, so daß die Strebe 2 im unteren Lastbereich einen sehr hohen Wärmeleitwiderstand besitzt. Durch Zuschalten des zweiten, durch die Anschläge 26 bzw. 28 gebildeten, parallel zu dem Zugband-Lastpfad wirkenden Lastpfades erhöht sich der Lastübertragungsquerschnitt der Strebe 2 auf den zur Übertragung der maximalen Strebenbelastung erforderlichen Wert. Die dadurch lastbedingt verursachte Verringerung des Wärmeleitwiderstandes der Strebe 2 ist jedoch nur in den Lastphasen oberhalb der vorgegebenen Teillastgrenze wirksam. Infolge des auf diese Weise lastabhängig variablen Wärmeleitwiderstandes der Strebe 2 wird der im zeitlichen Durchschnitt über die Strebe 2 geleitete Wärmestrom — bei entsprechender Abstimmung der beiden Lastpfade — maßgeblich durch den vergleichsweise hohen Wärmeleitwiderstand des Zugband-Lastpfades bestimmt. In dem bevorzugten Anwendungsfall einer Tieftemperaturtank-Aufhängung an Bord eines Raumfahrzeuges wird die Strebe 2 so ausgelegt, daß bis zur Höhe der Ruhemasse des gefüllten Tieftemperaturtanks, also unter der Wirkung der einfachen Erdbeschleunigung und im Orbit, ausschließlich der erste, durch die Zugbänder 12, 14 gebildete Lastpfad wirksam ist und der Anschlag-Lastpfad nur kurzzeitig vor allem beim Start, wo Beschleunigungen von 15 g und mehr erreicht werden, zugeschaltet wird. Im Vergleich zu der Wochen bis Jahre währenden Lebenszeit eines Raumfahrzeuges fällt die durch Zuschalten des Anschlag-Lastpfades in der Startphase bewirkte Verringerung des Wärmeleitwiderstandes der Strebe 2 kaum ins Gewicht.

Gewünschtenfalls können die Zugbänder 12 und 14 sowie die Spaltweiten der Anschläge 26 und 28 auch unterschiedlich dimensioniert werden, so daß die Strebe 2 in Zugrichtung eine andere Teillast-Ansprechgrenze als in Druckrichtung besitzt.

Patentansprüche

1. Zug- und/oder Druckstrebe geringer Wärmeleitfähigkeit für vorübergehend hohe mechanische Belastungen, insbesondere zur Aufhängung eines Tieftemperaturtanks in einem Außenbehälter, mit einem oder mehreren, in Lastrichtung der Strebe kraftübertragend zwischen den Strebenenden angeordneten Faserverbund-Zugbändern, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweils in einer Lastrichtung der Strebe (2) wirksamen Faserverbund-Zugbänder (12 bzw. 14) insgesamt einen einem Bruchteil der maximalen Strebenlast entsprechend niedrigen Lastübertragungsquerschnitt (F) besitzen und zwischen den Strebenenden parallel zu den Faserverbund-Zugbändern oberhalb der Streben-Teillast wirkende Anschläge (26, 28) vorgesehen sind.
2. Zug- und/oder Druckstrebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Strebenlastrichtung mehrere, schräg zur Streben-Längsrichtung (A) räumlich versetzt zueinander verlaufende Faserverbund-Zugbänder (12 bzw. 14) vorgesehen sind.
3. Zug- und/oder Druckstrebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserverbund-Zugbänder (12 bzw. 14) einen in Band-Längsrichtung unidirektionalen Faserverlauf besitzen.
4. Zug- und/oder Druckstrebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Faserverbund-Zugbänder (12 bzw. 14) jeweils aus endseitig über Umlenkbolzen (16, 18) an den Strebenendstücken (8, 10) befestigten Doppelschlaufenelementen bestehen.

5. Zug- und/oder Druckstrebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserverbund-Zugbänder (12 bzw. 14) aus Garbon- oder Glasfaser-Verbundwerkstoff hergestellt sind.

6. Zug- und/oder Druckstrebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserverbund-Zugbänder (12 bzw. 14) jeweils in Zugrichtung vorgespannt sind.

7. Zug- und/oder Druckstrebe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannung der Faserverbund-Zugbänder (12 bzw. 14) veränderlich einstellbar ist.

8. Zug- und/oder Druckstrebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen den Strebenenden angeordneten Anschläge (26, 28) aus bezüglich der Streben-Längsrichtung ringkegelförmigen, paarweise einander zugekehrten Anschlagflächen (26A,B und 28 A,B) bestehen.

9. Zug- und/oder Druckstrebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die im unbelasteten Zustand der Strebe (2) zwischen den Anschlägen (26, 28) wirksame Spaltweite veränderlich einstellbar ist.

10. Zug- und/oder Druckstrebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch wechselweise bei einer Zug- und bei einer Druckbelastung wirksame Faserverbund-Zugbänder (12 und 14) mit jeweils einem einer Streben-Teillast entsprechend niedrigen Gesamtquerschnitt.

11. Zug- und/oder Druckstrebe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Spaltweiten der in Zugrichtung und der in Druckrichtung wirkenden Anschläge (26 und 28) unabhängig voneinander veränderlich einstellbar sind.

12. Zug- und/oder Druckstrebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit beschleunigungsabhängigen Strebenbelastungen von kurzzeitig etwa 15 g, dadurch gekennzeichnet, daß der Lastübertragungsquerschnitt (F) der jeweils in einer Strebenlastrichtung wirksamen Faserverbund-Zugbänder (12 bzw. 14) einer Streben-Teillast von etwa 1 g entspricht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

